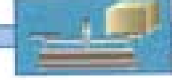


الكتـلـة والكثـافـة

عندما نضع مسماراً صغيراً مصنوعاً من مادّة الحديد في الماء فإنّه يسقط نحو القاع ، بينما يظل المكعّب الكبير من الخشب طافياً على سطح الماء !! حقّاً إنّه أمر محيّر ومثير للعجب !

بعد دراستنا لهذا الفصل نستطيع الإجابة عن هذا السؤال ، ويتوقّع منا أن نستفيد من بعض المعارف ونتدرب على بعض المهارات التي منها أنْ نكون قادرين على أن :

- نعرّف الكتلة .
- نستخدم الوحدات المناسبة في وصف كتل الأجسام .
- نعرّف الكثافة .
- نطبّق العلاقة الرياضيّة لحساب الكثافة بصورة صحيحة .
- نقيس عملياً كثافة جسم صلب .
- نستخدم جدول الكثافة في حلّ المسائل .
- نفسر بعض الظواهر الطبيعية المتعلقة بكثافة الأجسام .



ما المقصود بمصطلح : الكتلة؟

هل نتذكّر تعريف المادّة؟ حسناً لنكتبه : ....

لقد عرفنا أيضاً أنّ المادّة مؤلّفة من : ....

ولقد عرفنا أيضاً أنّ حجم الجسم يعني : مقدار الحيّز الذي يشغله في الفضاء.

لكنّنا لم نتعرّف بعد على مفهوم الكتلة.

فما المقصود بـ : كتلة الجسم؟

سنحاول الوصول إلى إجابة عن هذا السؤال.

عند مقارنة صنجتين، الأولى من فئة ١ كجم، والثانية من فئة ٢ كجم نجد أنّ :

حجم الصنجة الثانية = ... حجم الصنجة الأولى

كتلة الصنجة الأولى = ١ كجم.

كتلة الصنجة الثانية = ٢ كجم، الشكل (٤-١).



شكل (٤-١)

• ما العلاقة بين عدد الذرات في كلٍّ منهما؟

عدد الذرات في الصنجة الثانية = ... عدد الذرات في الصنجة الأولى (تقريباً)

عندما نقسم الصنجة الأولى إلى قسمين متساويين تماماً ، فكم تكون كتلة كلٍّ منهما؟ ....

كتلة القسم الأول = ... كجم، وكتلة القسم الثاني = ... كجم

ماذا حدث لعدد الذرات؟ ....

• ماذا نعمل لنحصل على ربع عدد ذرات الصنجة الأولى؟ ....

• كم تكون كتلة كلٍّ قطعة منها؟ ....

• وماذا نعمل لنحصل على سدس عدد ذرات الصنجة الثانية؟ ....

• كم تكون كتلة كلٍّ قطعة منها؟ ....

أي أن كتلة الجسم تعتمد على مقدار ما فيه من ذرات.

وقد عرفنا في الدروس السابقة أنّ المادّة مؤلّفة من جزيئات وذرّات؛ إذاً فكتلة الجسم تعني : مقدار ما في الجسم من مادّة.

وفي كتاب العلوم سنستخدم الحرف : ك رمزاً للكتلة.





كتلة جسم تعني مقدار ما في ذلك الجسم من مادة.

وحدات قياس الكتلة

لقد اتفق العلماء على وحدات لقياس الطول، والمساحة، والحجم وغيرها من الكميّات.

واستخدموا تلك الوحدات عند وصف الأشياء.

كم طول غرفة الصفّ ؟ ....

كم مساحة ورقة كتاب العلوم؟ ....

كم حجم غرفة الصفّ؟ ....

كما اتفقوا على وحدة لقياس الكتلة، حيث تقاس بوحدة أساسية، هي : الجرام.

ومن أجزائها : الملّي جرام حيث يساوي : $\frac{١}{١٠٠٠}$ جرام.

تدريب : مسمار كتلته ٢٠ جراماً، عبّر عن كتلته بوحدة الملّي جرام.

....

ومن مضاعفات الجرام، الكيلوجرام، حيث يساوي : ١٠٠٠ جرام.

ويستخدم الطنّ في وصف الكتل الكبيرة حيث يساوي : ١٠٠٠كجم.



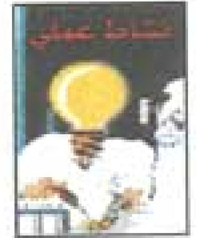
تحتفظ بعض الدول بوحدات معياريّة دقيقة جداً وذلك بهدف الرجوع إليها لمقارنة النسخ التي تصنع على غرارها . ففي فرنسا مثلاً يحتفظ مكتب الوحدات والمقاييس بأسطوانة من البلاتين قطرها ٣٩ ملم، وارتفاعها ٣٠ ملم أيضاً، وكتلة هذه الأسطوانة هي الكيلوجرام المعياري. كذلك تحتفظ الولايات المتّحدة بأسطوانة من مزيج من عنصري البلاتين والإريديوم قطرها ١,٥ بوصة وارتفاعها ١,٥ بوصة أيضاً. وتعتبر كتلة هذه الأسطوانة الكيلوجرام المعياري أيضاً.

والصنجات التي نراها في المختبرات والمحلات التجاريّة هي نسخ عن الكيلوجرام المعياري ، لكنّها مصنوعةٍ من موادّ أرخص من مادّة الكيلوجرام المعياري.

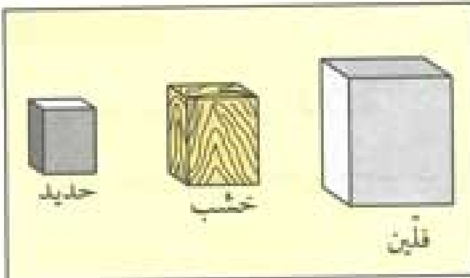


الكثافة

مفهوم الكثافة :



لنعرّف الكثافة نجري النشاط التالي :
نحتاج إلى : ثلاثة مكعّبات مختلفة الحجم. أحدها من الحديد، والثاني من الخشب، والثالث من الفلّين (الإسفنج الصناعي الصلب)، مسمار صغير من الحديد، ميزان ذي كفّتين، صنجات.



شكل (٤-٢)

خطوات العمل :

- باستخدام اليد نقارن بين المكعّبات الثلاثة، الشكل (٤-٢).
  - أيها يبدو أخفّ؟ ....
  - أيها يبدو أكبر كتلةً؟ ....
  - أيّها أكبر حجماً؟ ....
  - هل عبارة : الخشب أخفّ من الحديد صحيحة ؟ (لنفكّر قبل أن نجيب)
- لنستخدم الميزان في قياس كتلةِ كلّ من هذه المكعّبات.

كتلة مكعّب الحديد = ...

كتلة مكعّب الخشب = ...

كتلة مكعّب الفلّين = ...

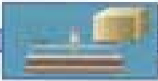
ونستخدم المسطرة في حساب طول ضلع كلٍّ منها .

طول ضلع مكعّب الحديد = ... إذاً حجمه = ...

طول ضلع مكعّب الخشب = ... إذاً حجمه = ...

طول ضلع مكعّب الفلّين = ... إذاً حجمه = ...

إذاً : كتلة ١سم^{3} من الحديد = ...



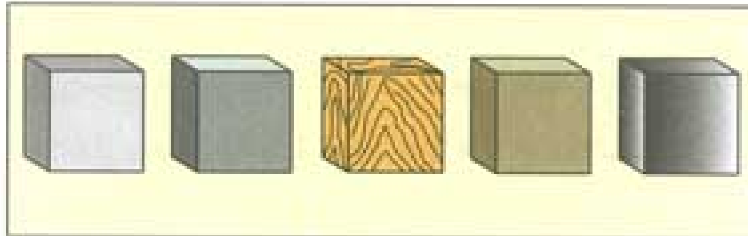
وكتلة ١سم^{3} من الخشب = ...

وكتلة ١سم^{3} من الفلّين = ...

■ **لنضع المسمار الصغير في كفّة الميزان، ونضع في الكفّة الأخرى مكعّب الخشب. ماذا نلاحظ؟**

والآن: هل عبارة (الخشب أخفّ من الحديد) صحيحة؟ الشكل (٤-٣).

....



شكل (٤-٣)

لعلّنا أدركنا صعوبة المقارنة بين المواد المختلفة، فبعضها أكبر حجماً وبعضها أكبر كتلةً.

وعندما نريد مقارنة كتل المواد المختلفة يجب أنْ نقارن بين كتل أحجام متساوية من هذه المواد.

نستعمل كتلة وحدة الحجم للمقارنة بين المواد المختلفة ونطلق عليها اسم: الكثافة.

إذاً: كثافة الحديد = كتلة ١سم^{3} من الحديد.

وكثافة الخشب = كتلة ١سم^{3} من الخشب.

وكثافة الفلين = كتلة ١سم^{3} من الفلّين.

وبصورة عامّة فإنّ كثافة أيّ مادّة = كتلة ١سم^{3} منها.

وتحسب من العلاقة الرياضيّة:

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$$

وتقاس بوحدة: جم / سم^{3}

أمثلة على حساب الكثافة

مثال (١)

جسم كتلته ٤٠٠جم، وحجمه ٢٠سم^{3}. احسب كثافة مادّته.

الحلّ: الكتلة (ك) = ٤٠٠جرام. الحجم (ح) = ٢٠سم^{3}

نطبّق العلاقة الرياضيّة مباشرةً.



كثافة مادة الجسم = $\frac{\text{الكتلة (ك)}}{\text{الحجم (ح)}}$ = $\frac{\text{٤٠٠ جم}}{\text{٢٠ سم}^{٣}}$ = ٢٠ جم/سم^{٣}

مثال (٢)

قطعة خشبيّة على شكل متوازي مستطيلات طولها ١٠ سم، عرضها ٦سم، وارتفاعها ٤سم.

احسب مقدار كثافة هذا النوع من الخشب إذا كانت كتلة القطعة ١٨٠جراماً؟

الحل : حجم القطعة = ١٠ × ٦ × ٤ = ٢٤٠سم^{٣}

كتلة ١سم٣ من الخشب = ١٨٠ ÷ ٢٤٠ = ٠,٧٥ جم.

إذاً كثافة هذا النوع من الخشب هي ٠,٧٥ جم / سم^{٣} .

لاحظ : الكثافة = الكتلة ÷ الحجم

مثال (٣)

قطعة من الحديد حجمها ١٠٠ سم^{٣}. فما مقدار كتلتها إذا كانت كثافة الحديد ٧,٩٠ جم / سم^{٣}؟

الحل : حيث إنّ كثافة الحديد ٧,٩٠ جم / سم^{٣} فإن ذلك يعني أنّ كتلة ١ سم^{٣} منه تساوي ٧,٩٠ جم.

وعليه فإنّ كتلة ١٠٠ سم^{٣} = ١٠٠ × ٧,٩٠ = ٧٩٠ جم.

مهارة رياضيّة :

لنتأمّل علاقة الكثافة : الكثافة = $\frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$

يمكنك كتابتها على الصورة : الكتلة = الكثافة × الحجم

لنلاحظ أنّ : الكثافة × (↗) = $\frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$ ← **الكتلة = الكثافة × الحجم**

كما يمكنك كتابتها على الصورة التالية أيضاً :

الحجم = $\frac{\text{الكتلة}}{\text{الكثافة}}$

لنلاحظ أنّ : الكثافة ⇅ = $\frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$ ← **الحجم =** $\frac{\text{الكتلة}}{\text{الكثافة}}$



كما يمكننا وضعها في مثلّث الاختصار التالي :



ما علينا إلا أن نسجّل الكميّة المطلوبة وأمامها علامة =

ثمّ نغطّي بأصبعنا الكميّة المطلوبة على الرسم، فيظهر لنا باقي العلاقة :

مثال : إذا أردنا كتابة علاقة الكتلة فنكتب : الكتلة =

ثمّ نغطّي على الرسم كلمة الكتلة فيظهر لنا باقي العلاقة

على الرسم وهو كما نرى : الكثافة × الحجم

إذاً: الكتلة = الكثافة × الحجم.



مثال آخر : إذا أردنا كتابة علاقة الحجم فنكتب : الحجم =

ثمّ ننظر إلى الرسم .

ما الذي بقي بعد تغطية كلمة الحجم؟

لقد بقي : ....

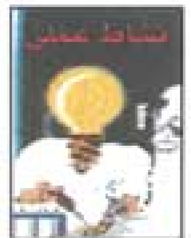
نحاول أنْ نكتب علاقة الكثافة بالخطوات نفسها.

ماذا نكتب ؟ ....

ماذا نغطّي؟ .... إذنْ : الكثافة = ...



قياس كثافة الأجسام عملياً



نحتاج إلى : مكعّب صغير من الحديد، حجر، مفتاح، مكعّب صغير من الخشب، مخبار مدرّج، ميزان، ماء.

خطوات العمل :

لنصنّف الأجسام في مجموعتين، مجموعة الأجسام منتظمة الشكل ومجموعة الأجسام غير منتظمة الشكل. ثم نحسب كثافة كلٍّ منها.



أوّلاً : قياس كثافة الأجسام منتظمة الشكل.

١ ـ يمكننا حساب حجمها بطريقة رياضيّة.

٢ ـ كما يمكننا قياس كتلتها باستخدام الميزان.

ثانياً : قياس كثافة الأجسام غير منتظمة الشكل.

١ ـ يتمّ قياس حجمها بطريقة الإزاحة كما مرّ معنا في الفصل السابق.

٢ ـ كما يمكننا قياس كتلتها باستخدام الميزان.

والآن : لنملأ الجدول التالي :

الجسم	حجمه	كتلته	الكثافة
مكعب الحديد			
الحجر			
المفتاح			
مكعب الخشب			

مشكلة تحتاج إلى حل

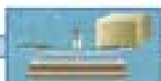
كيف نقيس كثافة سائل (ماء أو زيت مثلاً) في المختبر؟

لنحدّد المشكلة، ونسجّل فكرة الحلّ، ونكتب الخطوات المطلوبة، ونقترح جدولاً نرصد فيه نتائجنا مع مناقشة تلك النتائج.

جداول كثافة المواد

عمد العلماء والباحثون إلى قياس كثافة كثير من المواد المعروفة، وكوّنوا جداول دوّنوا فيها نتائجهم، وكان خدمةً للعلم، وتيسيراً على طلابه.

في الجدول التالي بيان لكثافة بعض المواد :



المـادة	الكثافة جم / سم٣	المـادة	الكثافة جم / سم٣	المـادة	الكثافة جم / سم٣
البلاتين	٢١,٤	الحديد	٧,٩	الخشب *	٠,٥ ـ ١,٠
الذهب	١٩,٣	الألمنيوم	٢,٧	النفط	٠,٦٨ ـ ٠,٧٢
الزئبق	١٣,٦	الزجاج	٢,٥	الفلّين	٠,٢٤
الرصاص	١١,٤	ماء البحر	١,٠٢٥	الهواء **	٠,٠٠١٢٩
الفضّة	١٠,٥	المـاء	١,٠	الهيدروجين	٠,٠٠٠٠٩
النحاس	٨,٩	الثلج	٠,٩٢		

* توجد أنواع مختلفة من الأخشاب بينها اختلاف في الكثافة.

** سجّلت كثافة الهواء وكثافة الهيدروجين في درجة صفر مئويّة، وعند سطح البحر.

تـدريـب

ما حجم قطعة كتلتها ١٣٥٠ كجم من مادّة الألمنيوم؟

الحـــلّ :

بالنظر إلى الجدول نجد أنّ : كثافة الألمنيوم = ٢,٧٠ جم / سم٣.

وعلاقة حساب الحجم هي: الحجم = الكتلة ÷ الكثافة.

لكن وحدة قياس الكثافة هي : جم / سم٣ ، بينما وحدة قياس الكتلة هنا هي كجم ، ويجب قبل التعويض عنهما في العلاقة توحيدهما ، لذا يجب تحويل وحدة الكتلة من كجم إلى جرام.

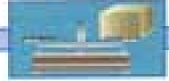
نتذكّر ١كجم = ١٠٠٠ جم.

إذن : ك = ١٣٥٠ كجم = جرام.

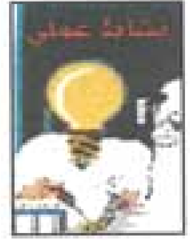
وعليه فإنّ :

حجم قطعة الألمنيوم = ... ÷ .... = ...

(يجب كتابة الوحدات في الناتج النهائي)



مواد تطفو ومواد تنغمر:



نحتاج إلى: حوض به ماء، مفتاح من الحديد، قطعة خشب، قطعة من الفلين، مكعب من الثلج، قليل من زيت السيارات.

خطوات العمل:

- نضع المفتاح في الماء. ماذا نشاهد؟ ....
- نضع قطعة الخشب في الماء. ماذا نشاهد؟ ....
- نضع قطعة الفلين في الماء. ماذا نشاهد؟ ....
- ثم نضع مكعب الثلج في الماء. ماذا نشاهد؟ ....
- ثم نضع قطرات من زيت السيارات في الماء. ماذا نشاهد؟

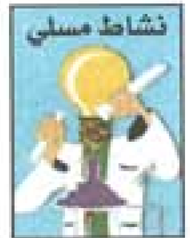
لنرجع إلى الجدول، ونقارن بين كثافة الماء، وكثافة كلٍّ من تلك المواد.

- بِمَ تمتاز المواد التي تطفوا على سطح الماء؟
- وبِمَ تمتاز المواد التي تنغمر كلياً في الماء؟
- هل يمكننا وضع قاعدة للأجسام التي تطفو، وللأجسام التي تنغمر في الماء؟

لنحاول هنا: ....

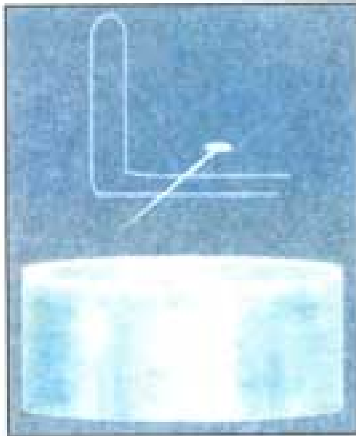
....

الحديد يطفو



نحتاج إلى سلك معدني، دبّوس، كأس ماء.

نثني السلك ليأخذ شكل إصبعين يمكن أن يستقرّ عليهما الدبوس في وضع أفقي، ثم نضع الدبوس، وننزله برفق في الماء، بشرط أن يلامس سطح الماء، وهو موازٍ له تماماً، الشكل (٤-٤).



شكل (٤-٤)

إذا نجحنا في ذلك فسنرى أن الدبوس يستقر على سطح الماء. يجب أن لا نشك في قاعدتنا السابقة، ولكن نبحث عن تعليل علمي لما شاهدنا.



ج ـ مكعّب كتلته ١٥,٨ جرام، وحجمه ٢ سم٣؟ من المحتمل أن يكون مصنوعاً من :

١ـ النحاس. ٢ ـ الحديد.

٣ ـ الألمنيوم. ٤ ـ الخشب.

٥ ـ إذا علمنا بأنّ المكعّبات التي في الشكل التالي متساوية في الكتلة ، فلنرتّبها تصاعدياً بحسب كثافتها.

